

# 区域科技进步综合评价方法与实证研究

周世举 曾五一

**[摘要]**区域科技进步定量评价对于科学制定区域科技发展战略和政策、推动区域科技进步和经济社会发展具有重要意义。本文在分析区域科学技术系统结构、运行及其环境的基础上,研究提出区域科技进步综合评价的指标体系以及具体测算方法,并对福建省科技进步状况进行了评价分析。

**[关键词]**科技进步;评价方法;实证研究

中图分类号:F224.9

文献标识码:A

文章编号:1000-8780(2003)12-0010-03

目前,科技进步的评价方法总体上可分为两大类:一是经济数学模型法,二是指标体系法。区域科技进步综合评价,需要既从整体上对区域的科技进步状况做出综合评价,又要从选取指标的不同侧面反映相对水平,因此选用指标体系评价方法是一种较好的选择。

## 一、区域科技进步综合评价指标体系

科技投入、科技产出、科技经济社会效益和科技基础,这四个方面的有机组合可以客观地从整体上映射出一个区域科技进步的基本图像,从而构成了科技进步评价指标体系的基本框架。根据评价指标体系的基本框架和原则要求,建立的区域科技进步综合评价指标体系的主要内容如下:1、科技进步基础。2、科技进步投入。3、科技进步产出。4、科技进步促进经济社会发展。

建立的区域科技进步综合评价指标体系由4个一级指标、9个二级指标、38个三级指标组成,详见文末表一。

## 二、区域科技进步综合评价的测算方法

本研究采用层次分析法,在评价指标体系的基础上,构造层次模型,确定指标的权重系数,然后,对指标数据进行无量纲处理转变成评价指标值,再应用线性加权和法计算综合评价值。

### 1、指标权数的确定

其基本步骤如下:

第一步:递阶层结构的建立。评价指标体系每层中各指标支配下一层中相应的指标,形成一个递阶层

次,同一层中各指标相互独立,从而形成了递进的金字塔”型层次结构。

第二步:两两比较判断矩阵的建立。评价指标体系中一级指标有4个,二级指标有9个,形成14个两两比较的判断矩阵。

第三步:采用专家咨询法给判断矩阵赋值。赋值时,对两两指标进行比较的标度及其含义见表二。

表二:判断矩阵标度及其含义

标 度	含 义
1	表示两个指标相比,具有同样重要性
3	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标稍微重要
5	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标重要
7	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标明显重要
9	表示两个指标相比,一个指标比另一个指标极为重要
2, 4, 6, 8	各为上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较,得出判断 $b_{ij}$ ,则因素 j 与 i 的比较判断为: $b_{ji}=1/b_{ij}$

第四步:用方根法计算各层次各指标的权数  $W_i$

(1) 计算判断矩阵 B 每一行标度值的几何平均值,得出列向  $\bar{W}$ :

$$\bar{W}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n b_{ij}} \quad (i=1,2 \cdots n)$$

(2) 对向量  $\bar{W}$  作归一化处理,求特征向量  $W$ :

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{W}_i} \quad (i=1,2 \cdots n)$$

[作者简介]周世举,男,现任职于福建省科学技术厅,厦门大学经济学院计统系在职博士生;曾五一,男,厦门大学经济学院副院长、计统系主任,教授,博士生导师。

特征向量  $W$  就是相对重要性权数向量,各分量就是各指标的权数。

第五步:进行一致性检验

(1) 计算判断矩阵的最大特征根  $\lambda_{\max}$  :

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(BW)_i}{W_i} \quad (B \text{ 为判断矩阵}, W \text{ 为特征向量})$$

(2) 计算一致性指标  $CI$ :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (n \text{ 为判断矩阵的阶数})$$

(3) 根据判断矩阵的阶数  $n$ , 查找相应的一致性指标  $RI$ :

(4) 计算一致性比率  $CR$ :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

当  $CR$  小于 0.1 时, 可以认为具有较好一致性, 赋值合理。否则, 就需要调整判断矩阵, 直至具有满意的一致性。

第六步: 计算各层指标的组权数。将满足一致性检验的相同模型的判断矩阵的特征向量取平均, 就形成了 14 个判断矩阵的各自相对的权数。然后, 三级指标的相对权数分别乘以二级指标中支配指标的权数, 再乘以一级指标中支配指标的相对权数, 就形成了三级指标中各指标相对于科技进步综合评价这一总目标的绝对权数  $W_i^*$ 。三级指标绝对权数的计算结果见文末表一。

## 2、指标的无量纲化

无量纲化是为了消除多指标综合评价中, 计量单位上的差异和指标数值的数量级差别, 解决指标的综合性问题而采用的方法。

相对化处理方法是一种比较简单和实用的方法, 其主要原理是先对评价指标确定一个比较标准, 作为比较的标准值, 然后用各指标的实际值 ( $x_i$ ) 和相应的标准值 ( $x_m$ ) 进行比较, 得出经过无量纲化后的指标值  $d_i$  (评价值)。在比较时要将“正指标”和“逆指标”区别对待, 正指标是指实际值越大, 在评价中起的作用也越大的指标, 要用公式  $X_i/X_m$  来进行处理。“逆指标”是指实际值越大, 在评价中起的作用却越小的指标, 要用公式  $X_m/X_i$  来进行处理。本研究中, 在进行横向评价比较时, 正指标选择各指标的最大值为标准值, 逆指标选择各指标的最小值为标准值, 在进行纵向评价时, 取各指标的基年数值为标准值。

## 3、综合评价值的计算。

确定各指标权数和指标数据消除量纲影响后, 就可以进行综合评价值 (或叫综合分值) 的计算。线性

加权和法的主要原理是直接经过同度量处理的指标数值用线性加权和进行综合, 即将经过同度量处理的指标数值 ( $d_i$ ) 乘以各自的权数 ( $W_i^*$ ) 后, 再进行加总, 就可得到综合评价值 ( $M$ ), 公式为  $M = \sum d_i W_i^*$ 。

## 三、福建省科技进步综合评价实证分析

运用前述综合评价指标体系和具体测算方法, 对福建省科技进步进行了定量评价, 包括全省 1996—2000 年科技进步总体状况、变动趋势以及省内九市 2000 年科技进步的比较分析, 结果列于表三和表四、表五。

表三: 1996—2000 年福建省科技进步指数  
(以 1996 年为 100)

指 标	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
科技进步综合指数	100	118.86	134.70	155.48	171.86
一、科技进步基础指数	100	110.52	118.05	123.39	133.89
1、科技人力资源指数	100	106.63	113.93	120.99	127.58
2、科研物质条件指数	100	123.43	131.59	138.26	159.22
3、科技意识指数	100	105.77	113.17	110.48	121.35
二、科技进步投入指数	100	111.56	119.29	136.53	139.89
1、人力投入指数	100	106.55	105.18	117.27	119.49
2、财力投入指数	100	114.25	127.24	147.66	151.72
三、科技进步产出指数	100	132.5	158.95	186.30	232.37
1、产品创新指数	100	140.92	157.03	188.46	208.84
2、科研成果指数	100	119.85	159.14	179.84	260.62
四、科技促进经济社会发展指数	100	127.53	166.29	212.71	238.45
1、科技促进经济发展指数	100	105.09	103.87	104.73	112.02
2、科技促进社会进步指数	100	169.2	319.77	573.29	676.25

表四: 2000 年福建省九市科技进步指数 (以上年为 100)

	科技进步综合指数	科技进步基础指数	科技进步投入指数	科技进步产出指数	科技促进经济社会发展指数
福州	110.22	99.86	109.95	115.4	113.23
厦门	106.96	107.55	90.13	135.67	106.89
莆田	136.74	102.45	171.09	120.91	106.75
三明	109.03	119.53	88.59	132.65	115.87
泉州	125.44	102.79	152.9	105.57	107.28
漳州	120.36	113.13	137.37	92.84	124.52
南平	142.57	105.49	179.7	126.2	109.08
龙岩	110.4	113.59	117.81	96.23	109.37
宁德	164.01	100.94	241.96	108.48	110.13

表五: 2000 年福建省九市科技进步综合评价结果

	总体科技进步		科技进步基础		科技进步投入		科技进步产出		科技促进经济社会发展	
	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序
福州	76.91	2	11.71	2	32.78	1	20.13	2	12.3	2
厦门	82.08	1	13.94	1	31.34	2	20.58	1	16.22	1
莆田	41.25	5	7.25	7	21.1	5	3.3	7	9.6	9
三明	46.59	4	7.89	5	25.46	3	3.03	8	10.21	6
泉州	39.57	6	8.32	3	16.04	8	4.6	5	10.6	4
漳州	39.31	7	7.93	4	17.1	6	3.85	6	10.44	5
南平	46.79	3	7.25	8	23.84	4	6.04	4	9.67	8
龙岩	37.76	8	7.88	6	17.09	7	1.93	9	10.86	3
宁德	35.94	9	6.54	9	13.13	9	6.07	3	10.2	7

根据上述综合评价结果, 可以看出福建省科技进步的几个特点:

1、全省科技进步总体呈上升趋势, 从评价年限 1996—2000 年看, 每年都比上年有所进步, 增长也比较平稳, 2000 年比 1996 年增长了 71.86%。

2、从构成科技进步的四个主要方面看,也都呈增长的态势,但增长幅度差异相当大。2000 年与 1996 年相比,科技进步产出和科技促进经济社会发展两个方面都翻了一番多,而科技进步基础和科技进步投入只增长 33.89%和 39.89%。

3、全省九市 2000 年科技进步综合指数都比上年有所增长,但增长幅度差异较大,最高的宁德市为 164.01,主要由于科技进步投入增长较快,最低的厦

门市为 106.96,主要原因在于科技进步的投入有所下降。

4、全省九市科技进步差异较大,发展不平衡,无论从科技进步总体状况看,还是从构成科技进步的四个方面看,厦门市和福州市都处于明显领先优势,特别是科技进步产出比较集中于这两个市。而宁德、龙岩等市则处于相对落后状态,总体评价得分比厦门、福州差距一倍以上。

表一 区域科技进步综合评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	最终权数
科技进步综合评价	科技人力资源 (A11)	A111: 专业技术人员数 (万人)	2.1
		A112: 专业技术人员中大专及以上学历所占比重 (%)	4.0
		A113: 人口中受大专及以上学历所占比重 (%)	3.5
	科研物质条件 (A12)	A121: 人均财政收入 (元/人)	1.3
		A122: 独立核算工业企业固定资产新度系数	0.8
		A123: 科研机构职工人均拥有科研仪器设备原值 (万元/人)	1.8
	科技意识 (A13)	A131: 每万人口参加科普展览与讲座人次 (人次/万人)	0.4
		A132: 每百万人口专利申请量 (件/百万人)	1.4
		A133: 每百万人口成人高校及中专招生数 (人/百万人)	0.8
	科技进步投入 (B1)	B111: 从事科技活动人员数 (人)	2.2
		B112: 企业科技活动人员数占职工总数比重 (%)	5.4
		B113: 从事科技活动人员中科学家工程师比重 (%)	8.2
		B121: 科技活动经费支出总额 (万元)	2.3
		B122: 科技活动经费支出占 GDP 比重 (%)	4.1
		B123: R&D 经费支出占 GDP 比重 (%)	8.2
		B124: 企业技术开发经费支出占产品销售收入比重 (%)	6.4
		B125: 地方财政科技拨款占地方财政支出比重 (%)	2.9
		B126: 银行科技贷款占银行贷款的比重 (%)	0.9
		B127: 人均科普活动经费 (元/人)	1.2
		B128: 技改投资与固定资产投资之比 (%)	1.5
		B129: 高新技术风险基金 (万元)	1.7
	产品创新 (C11)	C111: 高新技术产品增加值占独立核算工业增加值比重 (%)	5.2
		C112: 新产品销售收入占产品销售收入比重 (%)	3.0
		C113: 高新技术产品销售收入占独立核算工业比重 (%)	6.8
	科研成果 (C12)	C121: 高校和科研机构科技论文数 (篇)	0.9
		C122: 获省、部级奖励科技成果数 (项)	2.8
		C123: 每百万人口专利授权量 (件/百万人)	2.3
		C124: 技术市场技术交易额 (万元)	4.0
科技促进经济和社会发展 (D1)	科技促进经济发展 (D11)	D111: 人均国内生产总值 (万元/人)	2.0
		D112: GDP 比上年增长 (%)	2.2
		D113: 工业综合经济效益指数 (%)	2.2
		D114: 农林牧渔业增加值率 (%)	0.9
		D115: 万元 GDP 综合能耗 (吨标准煤/万元)	1.8
	科技推动社会进步 (D12)	D121: “三废”治理指数 (%)	2.4
		D122: 每万人拥有卫生技术人员数 (人/万人)	0.5
		D123: 每万人拥有电话机数 (部/万人)	0.3
		D124: 人均生活用电量 (千瓦时/人)	0.6
		D125: 每万人口拥有因特网上网户数 (户/万人)	1.0
	权数合计		100

(作者单位: 1、福建省科学技术厅 福建 福州 350001 2、厦门大学 福建 厦门 361005)

(责任编辑:自然)